筆答専門試験科目(午前)　　　　30 大修
経営工学
時間 9：30〜11：30

注意事項

1. 数理分野から 2 問（A と B），経済学分野から 4 問（A, B, C, D），管理技術分野から 2 問（A と B），経営管理分野から 2 問（A と B）の問題が出題されている．この計 10 問の問題の中から 2 つを選択して解答せよ． 3 つ以上の問題に解答した場合は，すべての解答を無効とする．
2. 各問題は，1 題から 4 題の設問([1], [2], . . .)で構成されている．解答に当たっては，<u>問題の**設問**ごとに必ず**別々の解答用紙**を用いよ</u>． 1 枚の解答用紙に 2 題以上の設問を解答した場合，採点されないことがある．
3. 各設問の解答において，1 枚の解答用紙では足りなくなった際には，2 枚目を使ってよい．なお裏面には記述しないこと．
4. 各解答用紙には，**受験番号**，**問題名**(数理 A，数理 B, . . .)，および**設問番号**([1] ，[2] ，. . .)を必ず記入せよ．

数理 A (100 点)

次の設問 [1] から [4] に答えよ．

[1] (25 点) 次の 3×3 実行列 M について考える．ただし，a, b は実数変数である．

$$M = \begin{bmatrix} 1 & b & 3 \\ a & 3 & 6 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}.$$

次の小問 (1) から (3) に答えよ．

(1) $a = 2,\ b = 0$ としたときの行列 M の階数 r を計算せよ．さらに，行列 M の列ベクトルの中から r 個の線形独立なベクトルを求めよ．結果のみ書けば良い．

(2) a,b にどのような値を代入しても，行列 M の階数が 1 に**ならない**ことを証明せよ．

(3) $a = b$ のときの行列 M の行列式 $\det(M)$ を，変数 a に関する関数として表せ．また，行列 M が正則となるような a をすべて求めよ．

[2] (25 点) n 次元ユークリッド空間（n 次元実数ベクトル全体からなる線形空間）$\mathbb{R}^n$ の任意の部分空間 W について考える．部分空間 W の直交補空間 $W^\perp$ は，以下の式によって定義される．

$$W^\perp = \{\boldsymbol{y} \in \mathbb{R}^n \mid \boldsymbol{y}^T\boldsymbol{x} = 0\ (\forall \boldsymbol{x} \in W)\}.$$

ここで，$\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{x}$ はベクトル $\boldsymbol{x}$ と $\boldsymbol{y}$ の内積を表す．次の小問 (1) と (2) に答えよ．

(1) 部分空間 W と直交補空間 $W^\perp$ の両方に含まれる非ゼロベクトルは存在しない．このことを，**定義に基づき**証明せよ．

(2) 部分空間 W およびその直交補空間 $W^\perp$ の次元はともに 1 以上と仮定する．W の基底を $\boldsymbol{x}_1, \boldsymbol{x}_2, \ldots, \boldsymbol{x}_r$ とし，$W^\perp$ の基底を $\boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{y}_2, \ldots, \boldsymbol{y}_s$ とする．ここで r, s は正整数である．このとき，ベクトル集合

$$\{\boldsymbol{x}_1, \boldsymbol{x}_2, \ldots, \boldsymbol{x}_r, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{y}_2, \ldots, \boldsymbol{y}_s\}$$

が線形独立であることを証明せよ．(1) で証明した命題を使っても良い．

設問 [3], [4] は次ページ

[3] (25 点) 次の小問 (1) と (2) に答えよ．

(1) 関数 $f : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ に対して $\bar{\boldsymbol{x}} \in \mathbb{R}^n$ における $\boldsymbol{d} \in \mathbb{R}^n$ 方向への方向微分は

$$\lim_{t \to +0} \frac{f(\bar{\boldsymbol{x}} + t\boldsymbol{d}) - f(\bar{\boldsymbol{x}})}{t}$$

で定義される．関数 $f : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$ を

$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} \dfrac{(x_1 + x_2)(x_1 - x_2)^2}{(x_1 + x_2)^4 + (x_1 - x_2)^2} & \bigl((x_1, x_2) \neq (0, 0) \text{ のとき}\bigr), \\ 0 & \bigl((x_1, x_2) = (0, 0) \text{ のとき}\bigr), \end{cases}$$

とする．このとき，原点における (d_1, d_2) 方向への方向微分を求めよ．

(2) 関数 $g : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ を 3 次多項式とする．このとき，

$$\int_0^2 g(x)\ dx$$

の値を，$g(0), g(1), g(2)$ を使って表せ．

[4] (25 点) y を x の関数としたとき，常微分方程式 (A)

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + y = 0$$

について，次の小問 (1) から (3) に答えよ．

(1) 関数 $y = e^{\alpha x}$ が常微分方程式 (A) の解となるような実数 α を導出せよ．

(2) 関数 $y = xe^{\beta x}$ が常微分方程式 (A) の解となるような実数 β を導出せよ．

(3) 常微分方程式 (A) の一般解を述べよ．

数理B (100点)

次の設問 [1], [2] に答えよ．

[1] (50点) 次の小問 (1) と (2) に答えよ．

(1) 集合 A から集合 B への写像 f と A の部分集合 P に対して，f による P の像を

$$f(P) = \{b \in B \mid a \in P, f(a) = b\}$$

とする．このとき，次の $\{\quad\}$ の中から最も適当なものを選び，その理由を説明せよ．

$$a \in P \text{ は } f(a) \in f(P) \text{ であるための} \left\{ \begin{array}{l} \text{必要十分条件である．} \\ \text{必要条件であるが，十分条件ではない．} \\ \text{十分条件であるが，必要条件ではない．} \\ \text{必要条件でも，十分条件でもない．} \end{array} \right\}$$

(2) 実数の集合を $\mathbb{R}$ とする．関数 $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ は，任意の $x, y \in \mathbb{R}$ と任意の $\alpha \in [0, 1]$ に対して，次の関係式をみたすとき，凸関数であると定義される．

$$f((1-\alpha)x + \alpha y) \leq (1-\alpha)f(x) + \alpha f(y).$$

関数 f を任意の $x \in \mathbb{R}$ に対して

$$f(x) = x^2 - 2x$$

とするとき，f が凸関数となることを上の定義に従い証明せよ．

設問 [2] は次ページ

[2] (50 点) 次の小問 (1) と (2) に答えよ．

(1) 確率変数 X と Y が次の同時確率分布を持つとする．このとき，以下の問い (a) から (c) に答えよ．

X \ Y	1	2	3
0	1/8	0	0
1	0	2/8	1/8
2	0	2/8	1/8
3	1/8	0	0

(a) X および Y の期待値と分散をそれぞれ求めよ．

(b) X と Y の相関係数を求めよ．

(c) X と Y は独立であるかどうか，理由とともに答えよ．

(2) 確率変数 X がポワッソン (Poisson) 分布に従うとする．その確率関数は

$$P(x) = \frac{\exp(-\lambda)\lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \ldots$$

である．このとき，以下の問い (a) と (b) に答えよ．

(a) X の期待値を導出せよ．(導出過程を明記すること．)

(b) ポワッソン分布に従う母集団から抽出した大きさ n の標本を $(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ とする．このとき，λ の最尤推定量を導出せよ．

経済学 A（100 点）

次の設問[１]，[２]に答えよ．

[１]（50点）完全競争市場における消費者の行動に関する以下の小問(1)から(3)に答えよ．

消費者は労働Lを企業に供給して，財xを購入する．効用関数は以下の式で与えられるものとする．

$$u(R,x)=R+2x-\frac{1}{2}x^2=(\bar{L}-L)+2x-\frac{1}{2}x^2$$

ここで，Rは余暇，$\bar{L}$ は労働の初期保有量（可能な最大労働時間）である．消費者は，企業に労働を提供して得られる収入を所得として使用するものとする．

(1) 賃金をw，財xの価格を1，$\bar{L}=2$とする．この時，消費者の直面する制約条件は，

$x+wR=2w$，$0\leq R\leq 2$，$x\geq 0$

で与えられる．財xの需要関数$x(w)$，余暇の需要関数$R(w)$を求めよ．

(2) 横軸にR，縦軸にxをとった図を用いて，賃金が$w=1/2$，$w=1$，$w=2$と変わるにつれて，最適消費点がどのように変化するかを示せ．

(3) 消費者の労働の供給関数$L(w)$を求め，横軸に労働の供給量，縦軸に賃金をとった図に表せ．供給曲線の形状について気づいた点を述べ，なぜこのような形になるのかについて，代替効果と所得効果の概念を用いて説明せよ．横軸にR，縦軸にxをとった図を用いて説明すること．

設問[２]は次ページ

［２］（50 点）投入財１と投入財２を二つの生産要素とする生産関数$f(x_1, x_2) = \min\{\sqrt{x_1}, \sqrt{x_2}\}$を持つ独占企業を考える．ただし，$x_1$は財１の投入量，$x_2$は財２の投入量を表す．市場逆需要関数は$p = \max\{a - bq, 0\}$で与えられ，$q$は需要量を表し，$p$は生産される財の価格，$a$と$b$はそれぞれ正の値をとる．このとき，以下の小問(1)から(4)に答えよ．

(1) yを生産量としたとき，この企業の費用関数$C(y)$を求めよ．ただし，投入財１の価格は$w_1 > 0$，投入財２の価格は$w_2 > 0$で与えられ，企業はこれらを所与とし，固定費用は存在しないとする．

(2) 独占企業の利潤を最大にする生産量および価格を求めよ．また，求めた生産量および価格のもとでの生産者余剰と消費者余剰を求めよ．

(3) 総余剰を生産者余剰と消費者余剰の和と定義したとき，総余剰を最大にする生産量および価格を求め，生産者余剰と消費者余剰を求めよ．

(4) 横軸に数量，縦軸に価格をとった図に以下を図示せよ．
需要曲線，限界収入曲線，限界費用曲線，独占のもとでの生産者余剰と消費者余剰，独占による総余剰の損失部分．

経済学B (100 点)

次の設問 [1] に答えよ．

[1] (100 点) 財政政策と金融政策の相互関係，及び財政赤字の持続可能性について理論モデルを用いて考察する．以下では，期を表す変数として $t(=1,2,\ldots)$ を用いる．

任意の t 期首から同期末までの中央銀行，政府それぞれの行動は以下のように記述される．

- 中央銀行 : 国債保有からの名目利子収入 iB^c_{t-1} を国庫に納めた後，新たな貨幣発行 $M_t - M_{t-1}$ で $B^c_t - B^c_{t-1}$ だけ新規に国債を購入する．ここで，B^c_t，M_t はそれぞれ t 期末の国債保有残高，名目貨幣残高であり，$i > 0$ は一定の名目利子率である．
- 政府 : 租税による収入 S_t，中央銀行からの国庫金 iB^c_{t-1}，及び新規の国債発行 $B^g_t - B^g_{t-1}$ によって政府支出 G_t と国債の利払い iB^g_{t-1} を捻出する．ここで，B^g_t は t 期末における国債発行残高である．

以下の小問 (1) から (3) に答えよ．

(1) $B_t \equiv B^g_t - B^c_t$ を民間主体によって保有される国債残高であるとする．上記の 2 主体の行動より，政府と中央銀行の統合された予算制約として以下が得られることを示せ．

$$B_t - B_{t-1} + M_t - M_{t-1} + S_t = iB_{t-1} + G_t.$$

(2) t 期の実質 GDP，物価水準をそれぞれ y_t，p_t とし，以下のように一定率で変化すると仮定する．

$$\frac{y_t}{y_{t-1}} = \gamma, \quad \frac{p_t}{p_{t-1}} = \pi.$$

ここで $\gamma > 1$ は粗実質 GDP 成長率，π は粗インフレ率であり，$\pi > 1$ であればインフレーション，$\pi < 1$ であればデフレーションが起こっている．フィッシャー方程式より，実質利子率 r は以下のように定義される．

$$r = \frac{1+i}{\pi} - 1.$$

いま $\pi < 1 + i$ が成立し，$r > 0$ が保証されているとする．また，以下のように定義された小文字の変数を，大文字の変数の「トレンド除去済み実質値」とする．

次ページにつづく

$$b_t \equiv \frac{B_t}{p_t y_t},\ m_t \equiv \frac{M_t}{p_t y_t},\ g_t \equiv \frac{G_t}{p_t y_t},\ s_t \equiv \frac{S_t}{p_t y_t}.$$

このとき，前問 (1) の予算制約は以下のように書き直せることを示せ.

$$b_t + m_t = \frac{1+r}{\gamma} b_{t-1} + \frac{1}{\pi\gamma} m_{t-1} + g_t - s_t.$$

(3) 全ての実質変数が時間を通じて一定となるような定常状態を考える．以下では添字の t は省略し，また $g < s + b + m$ が成立しているものとする．いま政府が財政赤字を保つとする ($g - s > 0$)．$m > 0$ を所与として，財政赤字が持続可能となる必要十分条件を述べよ．ただし，ここで財政赤字が持続可能であるとは，$g - s > 0$ のもとで b が正の有限値をとることが保証されることをいう.

経済学 C (100 点)

次の設問 [1], [2] に答えよ．

[1] (50 点) 以下の古典的回帰モデル

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \epsilon_i,\ i = 1, 2, \ldots, n$$

を考える．ここで，X_i は非確率変数，$E(\epsilon_i) = 0, Var(\epsilon_i) = \sigma^2, Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0\ (i \neq j)$ とする．このとき，以下の小問 (1) から (4) に答えよ．

(1) β の推定量として，$\hat{\beta} = c_0 + \sum_{i=1}^{n} c_i Y_i$ という線形推定量を考える．ただし，$c_0, c_1, \ldots, c_n$ は定数である．この時，$\hat{\beta}$ が不偏推定量となるための条件を求めよ．

(2) 上の線形推定量 $\hat{\beta}$ の分散を求めよ．

(3) $w_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sum_{j=1}^{n}(X_j - \bar{X})^2}$ とおくと，β の最小二乗推定量 b は $b = \sum_{i=1}^{n} w_i Y_i$ と表される．ここで，$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$ である．いま，$c_0, c_1, \ldots, c_n$ が (1) で求めた条件を満たすとする．この時，$d_i = c_i - w_i$ とおくと

$$\sum_{i=1}^{n} d_i w_i = 0$$

となることを証明せよ．

(4) β の任意の線形不偏推定量の分散は最小二乗推定量 b の分散よりも小さくならないことを証明せよ．

設問 [2] は次ページ

[2] (50 点) 以下の古典的回帰モデル

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}_1\boldsymbol{\beta}_1 + \mathbf{X}_2\boldsymbol{\beta}_2 + \boldsymbol{\epsilon},\ E[\boldsymbol{\epsilon}] = 0,\ E[\boldsymbol{\epsilon}\boldsymbol{\epsilon}'] = \sigma^2\mathbf{I}_n$$

を考える．ここで，$\mathbf{Y}$ は $n \times 1$ ベクトル，$\mathbf{X}_1$ は $n \times k_1$ 非確率的行列，$\mathbf{X}_2$ は $n \times k_2$ 非確率的行列，$\boldsymbol{\beta}_1$ は $k_1 \times 1$ 係数ベクトル，$\boldsymbol{\beta}_2$ は $k_2 \times 1$ 係数ベクトル，$\boldsymbol{\epsilon}$ は $n \times 1$ 撹乱項ベクトル，$\mathbf{I}_n$ は $n \times n$ 単位行列とする．このとき，以下の小問 (1) から (4) に答えよ．

(1) 何らかの原因で説明変数 $\mathbf{X}_2$ が観測されなかったとし，$\mathbf{Y}$ を $\mathbf{X}_1$ のみに回帰して $\boldsymbol{\beta}_1$ を推定したとする．この時，$\boldsymbol{\beta}_1$ の最小二乗推定量を導出せよ．(導出過程を明記すること.)

(2) $\mathbf{Y}$ を $\mathbf{X}_1$ のみに回帰して得られた $\boldsymbol{\beta}_1$ の最小二乗推定量を $\mathbf{b}_1$ とする時，$\mathbf{b}_1$ の期待値を求めよ．

(3) $\mathbf{b}_1$ は $\boldsymbol{\beta}_1$ の不偏推定量になるかどうか，理由とともに述べよ．

(4) 実際には $\boldsymbol{\beta}_2 = 0$ だったとする．この時，$\mathbf{Y}$ を $\mathbf{X}_1$ と $\mathbf{X}_2$ に回帰して得られた $\boldsymbol{\beta}_1$ の最小二乗推定量は不偏推定量になるかどうか，理由とともに述べよ．

経済学 D（100 点）

次の設問[１]，[２]に答えよ．

[１]（50 点）プレイヤー１とプレイヤー２の二人から成る以下のゲームを考える．このとき，以下の小問(1)から(4)に答えよ．

		プレイヤー２	
		X	Y
プレイヤー１	X	2, a	3, b
	Y	0, c	4, d

(1) 上のゲームが対称ゲームになるための a, b, c, d の値を求めよ．

(2) プレイヤー１とプレイヤー２が同じ戦略を用いているナッシュ均衡を対称ナッシュ均衡と呼ぶ．(1)で求めた値を使い，混合戦略も含め，すべての対称ナッシュ均衡を求めよ．

(3) ある混合戦略sが進化的安定であるとは，sと異なる任意の混合戦略tに対して，ある正の値 $\bar{\epsilon}$ が存在し，$0 < \epsilon < \bar{\epsilon}$ を満たす任意のϵ に対し，以下の不等式が成立することである．

$$(1-\epsilon)u(s,s) + \epsilon u(s,t) > (1-\epsilon)u(t,s) + \epsilon u(t,t)$$

ただし，$u(s,t)$はプレイヤー自身がsを取り，相手がtを取ったときの期待利得を表す．このとき，以下の条件１と条件２を満たすことが，sが進化的安定であるための必要かつ十分条件であることを証明せよ．

（条件１）(s,s)がナッシュ均衡である．

（条件２） $u(s,s) = u(t,s)$ を満たす任意の混合戦略tに対し $u(s,t) > u(t,t)$ が成り立つ．

(4) (2)で求めた対称ナッシュ均衡すべてについて，均衡で用いている戦略が進化的安定であるか否かを(3)の結果を用いて答え，その理由を挙げよ．

設問[２]は次ページ

[２]（50点）ある企業が倒産して，３人の債権者１，２，３がそれぞれ r_1, r_2, r_3 を要求しているが，３人に配分できる資産は E しか残されていないとする．この問題を協力ゲーム理論で分析するために，債権者をプレイヤーとし，特性関数を

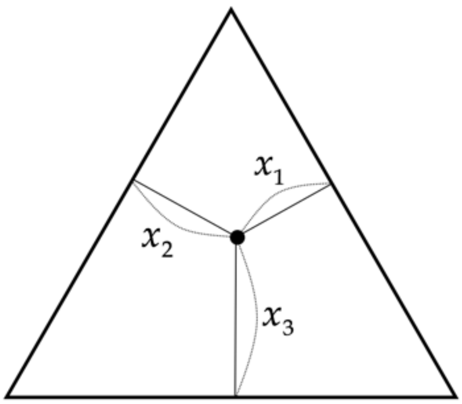
$$v(S) = \max\{E - \textstyle\sum_{i \in N-S} r_i, 0\} \quad (S \subseteq N, S \neq \varnothing),\quad v(\varnothing) = 0$$

と定義する．ここで，$N = \{1,2,3\}$ はプレイヤーの集合である．いま，各プレイヤー i の利得を $x_i \geq 0$ で表し，また

$$r_1 = 10, r_2 = 20, r_3 = 30$$

とする．以下の小問(1)から(5)に答えよ．

(1) $E = 10$ の時のコアを求め，数式で表せ．また，x_1, x_2, x_3 の値を表す高さが10である正三角形にコアを図示せよ．ただし，正三角形の内部の点から右辺に下ろした垂線の長さを x_1，左辺に下ろした垂線の長さを x_2，底辺に下ろした垂線の長さを x_3 とする（以下の小問についても同様である）．



(2) $E = 20$ の時のコアを求め，数式で表せ．また，x_1, x_2, x_3 の値を表す高さが20である正三角形にコアを図示せよ．

(3) $E = 45$ の時のコアを求め，数式で表せ．また，x_1, x_2, x_3 の値を表す高さが45である正三角形にコアを図示せよ．

(4) $E = 10$ の時のシャープレイ値，$E = 20$ の時のシャープレイ値，$E = 45$ の時のシャープレイ値をそれぞれ求めよ．また，(1), (2), (3)で描いた図に，求めたシャープレイ値をそれぞれ示せ．

(5) $E = 10$ の時の仁，$E = 20$ の時の仁，$E = 45$ の時の仁をそれぞれ求めよ．また，(1), (2), (3)で描いた図に，求めた仁をそれぞれ示せ．

管理技術 A（100 点）

次の設問[１]から[３]に答えよ.

[１]（50 点）製品 X についての基準生産計画ならびに部品表がそれぞれ表 1，図 1 のように与えられている．図中の括弧内の数値は，各部品が直接親部品を 1 個生産するのに必要な個数を示し，例えば部品 D は部品 B を 1 個生産するのに 6 個必要となることを意味するものとする．このとき以下の小問(1)から(4)に答えよ.

表 1　製品 X の基準生産計画

期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
基準生産計画量	200	100	200	300	400	250	100	100	250	100

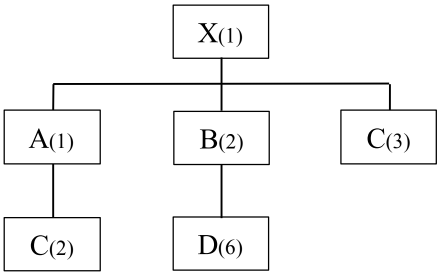


図 1　製品 X の部品表

（1）表 2 の形式にしたがい製品 X の MRP 表を作成せよ．ただし，製品 X の初期在庫は 500 個，ロット編成は都度発注，生産リードタイムは 2 期とし，指示済みオーダーはないものとする.

表 2　MRP 表

期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
総所要量										
指示済みオーダー										
正味所要量										
手持在庫（期末）										
計画オーダー（完了）										
計画オーダー（着手）										

次ページにつづく

（2） 部品 A は製品 X の直接子部品，部品 C は製品 X の直接子部品であると同時に部品 A の直接子部品であることに留意し，表 2 の形式にしたがい部品 A と C の MRP 表を作成せよ．ここで，部品 A の初期在庫は 300 個，ロット編成は 100 個単位，生産リードタイムは 1 期とし，指示済みオーダーはないものとする．また，部品 C の初期在庫は 1500 個で第 2 期の期首に指示済みオーダー600 個が入荷するものとし，ロット編成は 300 個単位，生産リードタイムは 2 期とする．

（3） 都度発注にて生産している製品 X についてコスト調査を行った結果，期あたりの平均所要量は 200 個で，生産 1 回当たりの段取コストは 50,000 円，製品 1 個 1 期あたりの在庫コストは 125 円であることが判明した．コスト最小化の観点からは目安として何期分のロット編成とすればよいか求めよ．

（4） MRP と JIT のかんばん方式との類似点と相違点，また MRP の長所と短所についてそれぞれ簡潔に述べよ．

設問[2]は次ページ

[２] (25 点) ある野菜加工工場では，大根の葉と根を切り分ける作業を実施している．この作業は１人が担当しており，図２に示す作業レイアウトで実施している．表３に１サイクルの要素作業と動作を示す．この作業に対してサーブリッグ分析を適用し，現状作業の問題点の抽出および改善案の策定を行いたい．次の小問(1)から(3)に答えよ．

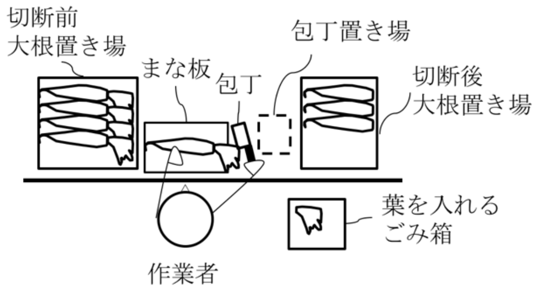


図２　作業レイアウト（上から見た図）

表３　要素作業と動作の内訳

要素作業	左手動作	右手動作
大根をまな板へ移動	大根置き場に手を伸ばす 大根をつかむ 大根をまな板に持ってくる	手待ち 手待ち 手待ち
切断	大根をおさえる 大根をおさえる 大根をおさえる 大根をおさえる 大根をおさえる 大根をおさえる	包丁に手を伸ばす 包丁をつかむ 包丁を切る位置へ持っていく 大根を切る 包丁を元の位置に持っていく 包丁を放す
根の保管	大根（根）を置き場に運ぶ 手待ち 手待ち 手待ち 手待ち	手待ち 葉に手を伸ばす 葉をつかむ 葉をゴミ箱へ運ぶ 葉を放す

(1) 下のカッコ内に，サーブリッグの 17 の動作を示す．17 の動作を第１類～３類に分け，それぞれの分類に含まれるサーブリッグごとに，動作が出現する頻度を右手と左手それぞれについて示せ．観察されないサーブリッグは示さなくてよい．

{空手移動，つかむ，荷重移動，位置決め，分解，使用，組立，放す，検査，探す，選ぶ，考える，前置き，保持，避けられない手待ち，避けられる手待ち，休息}

次ページにつづく

(2) 現状の作業の問題点を示せ．

(3) (2)で明らかになった問題点を解消し改善案を策定するためには，どのような考え方で進めればよいか，簡潔に説明せよ．改善案を示す必要はない．

[３]（25 点）あるメーカーでは，新たなバージョンの銀行 ATM の開発を計画している．次の小問(1)から(3)に答えよ．

(1) 下のカッコ内から，ユーザビリティを構成する次元に最も関係が深いものを三つ選び，それぞれの次元の意味を簡潔に説明せよ．

{明瞭性，学習容易性，誘導性，有効性，満足度，効率，エラー，記憶容易性，検索容易性}

(2) ATM は，すべての一般人が対象ユーザとなり，初めて使うときから誰でも間違いなく使用できることが目標となる．このような ATM の開発において，ユーザビリティを構成する次元のうち特に重視すべきだと考える次元を示し，その理由を簡単に述べよ．

(3) ここでは，参加型設計を採用し，高いユーザビリティを持つ銀行 ATM の開発を計画している．参加型設計に関する以下の①～③のそれぞれの内容について，そのための方法として適切でない箇所を指摘し，その理由を述べた上で，正しい内容に修正せよ．

① 参加型設計で開発に関与するユーザは，銀行 ATM に密接に関連する情報通信端末に強い興味を持つ人から選ぶ．

② 参加型設計で開発に関与するユーザは１人を対象として，開発プロジェクト全体を通して参加する．

③ 参加型設計では，可能な限り設計に関する知識を事前に習得してもらうため，開発に参加するユーザに専門用語や技術的な内容を事前に十分に教えておく．

管理技術 B (100 点)

次の設問 [1], [2] に答えよ.

[1] (50 点) n 次元非負実数ベクトル $\boldsymbol{c}, \boldsymbol{a} \in \mathbb{R}^n_+$ と非負実数 $b \in \mathbb{R}_+$ に対し定義される次の線形計画問題

$$\text{P: max. } \boldsymbol{c}^\top \boldsymbol{x} \quad \text{s. t. } \boldsymbol{a}^\top \boldsymbol{x} \leq b,\ \boldsymbol{0} \leq \boldsymbol{x} \leq \boldsymbol{1}$$

について議論する. 非負実数のパラメータ λ に対し, 次のラグランジュ緩和問題

$$\text{P}(\lambda)\text{: max. } \boldsymbol{c}^\top \boldsymbol{x} + \lambda(b - \boldsymbol{a}^\top \boldsymbol{x}) \quad \text{s. t. } \boldsymbol{0} \leq \boldsymbol{x} \leq \boldsymbol{1}$$

を定義し, その最適値を $f(\lambda)$ とする. このとき, 以下の小問 (1) から (5) に答えよ.

(1) $n = 3$, $\boldsymbol{c}^\top = (3, 4, 6)$, $\boldsymbol{a}^\top = (2, 5, 10)$, $b = 10$ としたときの問題 P の最適値と最適解を答えよ. 最適解の計算にシンプレックス法 (単体法) は, 使っても使わなくてもよい.

(2) $n = 3$, $\boldsymbol{c}^\top = (3, 4, 6)$, $\boldsymbol{a}^\top = (2, 5, 10)$, $b = 10$ としたときの問題 P(1) の最適値 $f(1)$ と最適解を答えよ. 最適解の計算にシンプレックス法 (単体法) は, 使っても使わなくてもよい.

(3) $n = 3$, $\boldsymbol{c}^\top = (3, 4, 6)$, $\boldsymbol{a}^\top = (2, 5, 10)$, $b = 10$ としたときの関数 $y = f(\lambda)$ のグラフを, $\lambda \in [0, 2]$ の範囲で描け.

(4) 任意の非負実数 λ に対し, $f(\lambda)$ は問題 P の最適値以上となることを示せ.

(5) 与えられた非負実数 λ に対し, 関数値 $f(\lambda)$ を計算する手続きを記述せよ.

設問 [2] は次ページ

[2] (50 点) 次のデータは，ある電気部品の故障するまでの時間を測定した大きさ 70 個の寿命試験データである．このデータを特定の分布形を仮定することなく解析し，この電気部品の故障率関数が減少型，一定型，増加型のいずれであるかを判定せよ．

86.0	146.3	106.9	147.2	107.9	62.1	147.4	52.0	122.9	83.3
104.9	68.8	87.0	117.0	69.5	185.0	45.2	105.8	108.8	60.9
83.2	47.5	156.4	136.3	95.8	112.1	32.8	37.1	94.1	78.1
20.6	135.2	80.8	119.1	55.8	76.3	58.3	98.9	146.4	135.0
160.4	99.1	114.2	66.9	64.5	87.4	56.1	90.3	59.5	118.2
50.4	87.6	54.6	87.1	78.0	47.1	81.5	36.9	114.6	152.4
95.7	44.6	86.1	63.1	149.5	110.0	89.2	47.2	90.0	93.1

(単位：100 時間)

経営管理 A（100 点）

次の設問[１]から[３]に答えよ．

[１]（40 点）PPM（プロダクト・ポートフォリオ・マネジメント）は，多角化企業の複数事業で限られた経営資源をどのように配分するかという問題に対する一つの分析手法である．次の小問(1)から(4)に答えよ．

(1) PPM の視覚的手法として用いられる図である「BCG（ボストン・コンサルティング・グループ）事業ポートフォリオ・マトリックス」を描き，四つのセル各々について説明せよ．

(2) 事業の市場成長率は，時間の経過とともにどのように変化すると想定されているか述べよ．そして，その想定を導いている概念の名前を述べよ．

(3) 事業の相対的な競争ポジションが，キャッシュインフローにどのような影響を与えると想定されているか述べよ．そして，その想定を導いている概念の名前を述べよ．

(4) 多角化企業全体の長期的な成長を最大化するためには，どのような特徴を持つ事業に対して優先的資源配分をしたらよいと考えられるか．小問(1)の四つのうちどのセルにあたる事業か，そしてその同一セルに複数事業がある場合にはどのような基準に着眼して優先度を決めるか，を述べよ．

[２]（30 点）次の小問(1)と(2)に答えよ．

(1) フィリップ・コトラーの購買決定プロセスは，消費者の購買行動を説明するモデルである．このとき，以下の問い(a)と(b)に答えよ．

(a) 購買決定プロセスの５段階について，それぞれの名称と内容を説明せよ．

(b) 消費者が商品を購入する際には，必ずしも(a)の５段階のすべてを通過するわけではない．段階が省略されやすい場合について，事例を挙げて説明せよ．説明に際しては，購入対象や状況および省略されやすい理由を具体的な例を用いて記述すること．

(2) プライベート・ブランドについて，以下の問い(a)から(c)に答えよ．

(a) プライベート・ブランドとナショナル・ブランドの違いを説明せよ．

(b) プライベート・ブランドのメリットについて，流通企業と消費者それぞれの立場から簡潔に述べよ．

(c) プライベート・ブランドの製造に協力することのメーカーにとってのメリットとデメリットについて，製造と販売それぞれの側面から簡潔に述べよ．

設問[３]は次ページ

[３]（30 点）新築の自社ビルに飲み物の自動販売機を設置するにあたり，市販の飲み物にどのようなものがあるかを調査した．その結果，以下の六つの観点から分類することになった．

① 容器による分類
② 糖分の含有量による分類
③ 温度管理の観点による分類
④ 炭酸の含有による分類
⑤ アルコールの含有による分類
⑥ 製造会社による分類

また，設置する自動販売機で販売する飲み物として，a から h までの８種類が候補として挙げられた．これらの８種類の飲み物は，上記の観点から次のように分類される．

① a，f はアルミ缶，b はスチール缶，これら以外はペットボトルである．
② a，c，e は小さじ５杯以上の糖分を含むが，その他については含有する糖分は小さじ５杯未満である．
③ b，d，g はホットだが，その他はコールドである．
④ 炭酸が含まれているのは，a と f だけである．
⑤ アルコール飲料は f だけである．
⑥ a と b は C 社，c と d は S 社，e は O 社，f は A 社，g と h は I 社である．

このとき，次の小問(1)から(3)に答えよ．

(1) a から h までの８種類の飲み物を特定するために，①から⑥の分類からいくつかの分類を選択し，それらをある順で調べることにした．どの分類を選択し，どのような順で調べればよいかについて提案し，その理由を答えよ．
(2) ①から⑥の分類について，その分類を除くと区別できない飲み物があるかどうかを，各々の分類について理由を述べて答えよ．
(3) 近年，O 社，A 社，I 社が提携したため，e，f，g，h を一つの自動販売機の中に混ぜることができるようになった．このとき，これら四つの飲み物を特定するために必要な分類の組合せで，その中から一つでも分類を除けば，これら四つの飲み物を特定できない分類の組合せを答えよ（ただし，⑥の分類は利用できない）．

経営管理 B（100 点）

次の設問[１]から[４]に答えよ．

[１]（50 点）TOKO 商事株式会社（以下，TOKO 商事）の 20X5 年度, 20X6 年度, 20X7 年度の売上高及び費用について以下の資料が与えられているとき，以下の小問(1)から(5)に答えよ．なお，この他に収益や費用は発生していないものとする．また税金については考慮しなくてよい．

TOKO 商事　売上高及び費用データ（単位：百万円）

	20X5 年度	20X6 年度	20X7 年度
売上高	1,000	800	1,100
売上原価	400	320	440
販売費	200	160	220
その他一般管理費	320	320	320
支払利息	40	40	40

(1) 20X5 年度の売上高営業利益率(%)を求めよ．

(2) 20X5 年度，20X6 年度, 20X7 年度の各期末における株主資本合計がそれぞれ 500 百万円，460 百万円, 540 百万円であったとする．20X7 年度の株主資本利益率(%)を求めよ．

(3) TOKO 商事の損益分岐点売上高を求めよ．

(4) TOKO 商事が損益分岐点を低下させるためにとることのできる施策を二つ挙げ，それぞれがどのように損益分岐点の低下に貢献するか，簡潔に説明せよ．

(5) 上記(4)で示した二つの施策を実行するにあたり検討すべき課題をそれぞれ一つずつ挙げ，簡潔に説明せよ．

設問[２],[３]は次ページ

[２]（20 点）以下の小問(1)と(2)に答えよ．計算問題の答えが割り切れない場合は，最終の計算で得た数値の四捨五入により，小数点以下 2 桁まで求めよ．

(1) 下記の固定利付債券の市場価格（額面あたりの単価）を求めよ．

固定利付債の発行条件および市場利回り	
額面金額	100 円
クーポン（表面利率）	2%（年 1 回，年末に利払い）
発行時の償還までの期間	4 年
現在の償還までの期間	2 年
当該債券の市場利回り	4%

(2) 1 年物割引債（ゼロクーポン債）の市場利回りが 3%，2 年物割引債の市場利回りが 4%とする．1 年後から 2 年後までのフォワードレートは何%か答えよ．また，この時のイールドカーブの形状は一般に何と呼ばれるか答え，その形状は将来の金利に関して，市場がどのような見通しを持っていることを示すかを答えよ．

[３]（20 点）市場で CAPM が成立しているとの仮定の下，以下の小問(1)と(2)に答えよ．計算問題の答えが割り切れない場合は，最終の計算で得た数値の四捨五入により，小数点以下 2 桁まで求めよ．

(1) 20XX 年の日本の安全利子率が 1%，TOPIX（市場ポートフォリオとする）のリスクプレミアムとボラティリティ（リターンの標準偏差）が，それぞれ 6%と 20%とする．株式 A は TOPIX とのリターンの共分散が 0.05，株式 B は TOPIX とのリターンの共分散が 0.03 とする．株式 A と B の座標を，Y 軸を期待リターン，X 軸を β 値とする図上に示せ．また，その図上で株式 A と B を直線で結び，その直線が Y 軸と交差する点で示されるリターン(%)を図上に記載すると共に，その直線の名前を図上に記載せよ．

(2) いま，完全資本市場を仮定する．企業 C は，株式のみで資本調達しており，その株式の β 値は 0.8 とする．企業 C が新たに借入を行う．借入比率（全資本の市場価値に対する借入の比率）が 30%の時，借入の β 値が 0.05 とする．この企業 C が借入比率を 30%にまで高めたときの，株式の β 値を答えよ．

設問[４]は次ページ

[4]（10 点）上場企業 D 社の経営者が，自分自身の資金で D 社の発行済株式の全株式を買い取り，D 社を非公開化する，いわゆる MBO (Management Buyout)を実施しようと計画している．この時，一般的な M&A と比較して，問題となる潜在的な利益相反問題とは何か．その問題の内容を簡潔に説明せよ．